# Estrategias de entrenamiento neurofuncional para potenciar la capacidad de anticipación en el Taekwondo.

Jose Angel Delgado Leyva[11], Carlos Andrés Pedroso Martínez[12]



**Abstract:**

This study focuses on neurofunctional training strategies to enhance anticipation ability in taekwondo. An exhaustive bibliographic review was carried out in scientific databases and digital libraries, and 15 papers were selected that investigate the relationship of a theoretical model of tactical significance and the neurofunctional training of anticipation. The results and discussions presented indicate that the response to an external stimulus largely depends on the balance between the areas of excitation and inhibition of the prefrontal cortex (pfc), and that the cerebral cortex is organized into different functional areas such as sensory, motor, and association areas. Furthermore, it is concluded that the application of a methodology based on a model of tactical significance for neurofunctional training of anticipation in taekwondo will develop the predictive response capacity of junior category athletes. Therefore, more studies on the subject are needed. This research also provides valuable information on neurofunctional training strategies to enhance anticipation ability in taekwondo, where neurofunctional training methodologies are proposed that enable greater results in the anticipation of actions by athletes.

**Keywords:** neurofunctional training, anticipation, theoretical model, methodology, tactical significance.

[11] Ph. D. Jose Angel Delgado Leyva. Red de Información de Inteligencia Competitiva en los Deportes de Combate. RIDCOM. Brasil.

[12] Ph. D. Carlos Andrés Pedroso Martínez. Red de Información de Inteligencia Competitiva en los Deportes de Combate. RIDCOM. Brasil.

**Resumen:**

Este estudio se enfoca en las estrategias del entrenamiento neurofuncional para potenciar la capacidad de anticipación en el Taekwondo. Para ello se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva en bases de datos científicas y bibliotecas digitales, y se seleccionaron 15 trabajos que investigan la relación de un modelo teórico de significación táctica y el entrenamiento neurofuncional de la anticipación. Los resultados y discusiones presentados indican que la respuesta a un estímulo externo depende en gran medida del equilibrio entre las zonas de excitación y la inhibición de la corteza prefrontal (PFC), y que la corteza cerebral se organiza en diferentes áreas funcionales como las áreas sensitivas, motoras y de asociación. Además, se concluye que la aplicación de una metodología sustentada en un modelo de significación táctica para el entrenamiento neurofuncional de la anticipación en el Taekwondo desarrollará la capacidad de respuesta predictiva de los atletas de la categoría juvenil. Por lo que se necesitan más estudios sobre el tema. Esta investigación también proporciona información valiosa sobre las estrategias de entrenamiento neurofuncional para potenciar la capacidad de anticipación en el Taekwondo, donde se proponen metodologías de entrenamiento neurofuncional que posibiliten mayores resultados en la anticipación de las acciones por parte de los atletas.

**Palabras clave:** entrenamiento neurofuncional, anticipación, modelo teórico, metodología, significación táctica.

## Introducción.

El taekwondo es un arte marcial y deporte olímpico que se caracteriza por sus exigencias en el alto rendimiento. El éxito en este deporte requiere de una combinación de habilidades físicas, técnicas y tácticas. Desde las últimas dos décadas, se ha prestado especial atención al desarrollo de la capacidad de anticipación en los atletas de taekwondo. Para tanto, se puede conceptualizar la anticipación como una capacidad de predecir las acciones del oponente y responder a ellas de manera efectiva.

El **objetivo** de esta investigación es relacionar los principios del tratamiento neurofuncional con el entrenamiento deportivo, y aplicarlos en el alto rendimiento, a través de un modelo teórico de significación que cree una metodología para su proceder práctico en los métodos de entrenamiento del taekwondo.

Para ello se realiza una revisión bibliográfica del asunto en la actualidad, para constatar el estado actual del tema en el mundo, analizando cualitativa y cuantitativamente diversos estudios.

De esta manera, se debe comprender que el término "neurofuncional" se refiere a la relación entre las funciones del sistema nervioso y cómo estas afectan la actividad y el movimiento del cuerpo. En este sentido, la fisioterapia deportiva juega un papel crucial en la preparación física y mental de un deportista, ayudándolo a estar mejor capacitado para enfrentar las situaciones decisivas de una competencia. Este enfoque de entrenamiento se centra en mejorar la función del sistema nervioso. Utilizándose con éxito para mejorar el rendimiento deportivo en una variedad de deportes, incluidos el fútbol, el baloncesto y el tenis.

Por tanto, utilizando la rama meurofuncional se pretende evaluar las acciones motoras con fundamento neurológico en el taekwondo. Así como la evaluación neurofuncional en el análisis de la actividad de las redes del cerebro del atleta de forma objetiva y cuantitativa.

Otro de los conceptos a comprender es el de **Modelo teórico de significación táctica.** Un modelo teórico de significación táctica es una estructura o enfoque metodológico que se propone utilizar en el ámbito deportivo para el entrenamiento y desarrollo de habilidades tácticas específicas en un deporte determinado. Este modelo se basa en la idea de que la toma de decisiones y la comprensión táctica son fundamentales para el rendimiento deportivo.

En el contexto del Taekwondo, un modelo teórico de significación táctica se refiere a un enfoque de entrenamiento que se centra en desarrollar la capacidad de los atletas para comprender y tomar decisiones tácticas durante el combate. Esto implica elaborar métodos de entrenamiento para que los atletas reconozcan patrones, anticipen movimientos del oponente, aprendan a evaluar situaciones y a seleccionar las mejores estrategias y técnicas, para lograr una ventaja competitiva.

Estos modelos pueden incluir diferentes componentes, como la observación y análisis de combates, la enseñanza de técnicas y tácticas específicas, la simulación de situaciones de combate, la retroalimentación constante y el fomento de la toma de decisiones autónomas por parte del atleta.

Esta metodología se puede utilizar para asignar significado a los datos de los entrenamientos, juegos o eventos competitivos. Por tanto, se pueden usar para una variedad de tareas, como el análisis de rendimiento, la predicción de

resultados y la generación de estrategias.

Estos modelos teóricos de significación táctica se pueden clasificar en dos categorías principales, como son: los modelos basados en reglas y los modelos basados en el aprendizaje autónomo.

Los modelos basados en reglas utilizan pautas explícitas para asignar significado a los datos del entrenamiento o del evento competitivo. Por otro lado, los modelos basados en el aprendizaje autónomo pretenden asignar significado a los datos de la competencia a partir de datos del entrenamiento.

De esta manera se puede inferir que, los modelos teóricos de significación táctica pueden tener una serie de ventajas; en primer lugar, pueden aportar la capacidad de aprender el significado de los datos del entrenamiento o de la competencia a partir de datos reales. Esto significa que se puede asignar un significado a los datos de entrenamiento que no se pueden codificar explícitamente en reglas. En segundo lugar, se puede asignar significado a los datos del entrenamiento de manera flexible. Quiere decir que el atleta puede adaptarse a nuevos datos o a cambios en el significado de los datos.

Por tanto, se infiere que los modelos teóricos de significación táctica pueden aportar no solo en el análisis, sino que también en la predicción de resultados, en la anticipación, y en la generación de estrategias por parte de los atletas.

Dyson, B., Griffin, L. y Hastie, P. (2004); plantean que la educación deportiva, los juegos tácticos y el aprendizaje cooperativo son valiosos modelos de instrucción en educación física que promueven resultados de aprendizaje social, físico y cognitivo a través de procesos de aprendizaje activo. Según los autores de la revisión integral, el énfasis está en el

aprendizaje activo que involucra los procesos de toma de decisiones, interacción social y comprensión cognitiva de los estudiantes.

Por otro lado, Lee, G. y Jung, J. (2022), plantean que el modelo de salida múltiple para fútbol (MOS) basado en DNN predice eficazmente las tácticas de los equipos de fútbol, incluidas las formaciones, los estilos de juego y los resultados del juego, superando a los modelos de referencia. En su estudio se proponen utilizar redes neuronales profundas (DNN) basadas en perceptores multicapa (MLP) e ingeniería de funciones para predecir las tácticas futbolísticas de los equipos. Aunque en este análisis se trata la predicción no buscan producir una anticipación en la reacción.

También, Mcpherson, S. (1994) propuso en su revisión literaria que el desarrollo del conocimiento táctico deportivo y la experiencia están influenciados por herramientas metodológicas, teorías y un modelo de estructura de protocolo, con implicaciones para el desarrollo del atleta en la teoría de las habilidades motoras.

Shih, Y. y Lin, C. (2016); en un estudio observacional, concluyeron que el rendimiento de anticipación de acción en atletas de taekwondo se correlaciona con el reconocimiento de emociones faciales. Los autores lograron identificar que la mayoría de los estudios se han centrado en los deportes de pelota, y coinciden en que la información sobre la mecánica corporal es uno de los determinantes clave para una anticipación exitosa de la acción en los deportes abiertos. Sin embargo, ellos plantean que se sabe menos sobre los deportes de combate. En este sentido, establecen una comparación de actuaciones de anticipación de acciones de atletas de taekwondo, atletas de levantamiento de pesas y de no deportistas; para luego correlacionarlas con sus

actuaciones de reconocimiento de emociones. Este estudio encontró que la anticipación de la acción no depende necesariamente de la información dinámica del movimiento, y que el desempeño de la anticipación de la acción se correlaciona con el reconocimiento de emociones en los atletas de taekwondo.

Anteriormente a este estudio se realizó un estudio observacional de la situación actual de varias secciones de entrenamiento de la táctica en el taekwondo y se hizo un contraste con los resultados alcanzados en eventos competitivos. A raíz de esta observación se identificaron elementos tanto de orden interno interpretativo como en lo externo en el carácter ejecutivo del arsenal táctico; que reducían las probabilidades de éxito en el combate; problemas que manifestaron los entrenadores durante el proceso de dirección de enseñanza – aprendizaje, que consecuentemente afecta el resultado competitivo de los atletas.

Próximamente se identificaron las siguientes manifestaciones:

Por parte de los atletas.

1. Incorrecta respuesta ideal de orden sensitivo, perceptivo y motriz en la ejecución técnico - táctica a diferentes distancias
2. Incorrecta respuesta ideal de orden sensitivo, perceptivo y motriz en la ejecución técnico – táctica en tiempos diferentes
3. Incorrecta capacidad ideal predictiva, posterior al primer minuto del combate, elemento que afecta la efectividad de la acción.
4. Incorrecta capacidad de identificación de respuestas acertadas durante los intercambios

en la media y corta distancia.

Por parte de los entrenadores.

1. Inadecuada correspondencia, entre la concepción y planificación de formas y métodos específicos empleados en el proceso de entrenamiento de la anticipación.
2. Limitada aplicación de tecnologías para el desarrollo y perfeccionamiento de la anticipación.
3. Poco dominio de diversas teorías del aprendizaje con mayor predominio de enfoques conductistas, protagonizados por los profesores y sustentados en las experiencias acumuladas, con elementos que se contraponen al carácter sistémico del proceso de entrenamiento del Taekwondo.
4. Predominio de indicadores de exigencias que no se adecuan al perfeccionamiento de la anticipación.
5. Predominio de formas y métodos de entrenamiento, que no generan desarrollo tecnológico.
6. Limitados fundamentos desde la teoría referente a una metodología y sus procedimientos, que permitan el desarrollo y perfeccionamiento de la rapidez de reacción como factor determinante de la anticipación, durante la etapa de preparación especial.

La importancia de este estudio radica precisamente en el periodo de respuesta que se presenta por parte del atleta en la duración de

cada asalto, ya que son dos minutos de combate por cada asalto, en la competición. Puesto que las normas de establecidas que cada seis segundos hay que dar una respuesta, y si no se produce ninguna acción por parte de atleta el árbitro tiene que parar el combate y realizar una penalización. Por tanto, el atleta está obligado a llevar la respuesta de acción a dos minutos, para poder percibir el grado de efectividad en el asalto. Por lo que, si son tres asaltos de combate de dos minutos serian seis minutos, de esos seis minuto por cada seis segundo en cada asalto tiene que existir respuesta.

Para mayor compresión llevamos esos datos a la siguiente estadística:

$$Respuesta\ de\ Acción\ por\ cada\ 6\ segundos = (Duración\ del\ Asalto\ /\ 6\ segundos)\ x\ Número\ de\ Asaltos$$

Donde:

- *Duración del Asalto = 120 segundos (2 minutos)*
- *Número de Asaltos = 3*

Sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos:

*Respuesta de Acción por cada 6 segundos = (120 segundos / 6 segundos) * 3 asaltos.*

Simplificando los datos anteriores llegamos al siguiente resultado:

- Respuesta de Acción por cada seis segundos = *20 * 3*
- Respuesta de Acción por cada seis segundos = *60*

Por lo tanto, según los datos proporcionados, se espera que el atleta realice una respuesta de acción cada seis segundos durante un total de 60 veces en los tres asaltos de combate de dos minutos cada uno. Esta estadística refleja la importancia del periodo de respuesta y la necesidad de mantener una constante actividad durante el combate para evitar penalizaciones y evaluar la efectividad en cada asalto. La cual se sintetiza en: Tabla 5. Periodo de respuesta

| Asalto | Duración del Asalto (segundos) | Respuesta de Acción por cada seis segundos |
|---|---|---|
| **1** | 120 | 20 |
| **2** | 120 | 20 |
| **3** | 120 | 20 |
| **Total** | 360 | 60 |

*Tabla 5. Periodo de respuesta*

**Ante tales disyuntivas se plantea la siguiente hipótesis:** Si se aplica una metodología sustentada en un modelo teórico de significación táctica, con apoyo en el entrenamiento neurofuncional de la anticipación del Taekwondo, que sirva de expresión de la dinámica reflexiva que desarrolla el atleta durante el combate, se desarrollaría la capacidad de respuesta predictiva y anticipativa de los atletas del taekwondo.

## 1. Materiales y métodos.

Para realizar esta investigación se llevó a cabo una revisión bibliográfica en 3 bases de datos científicas y 16 bibliotecas digitales, con un total de 19 artículos revisados; de ellos solo 15 trabajos resultaron aprovechables. Para clasificar las muestras se tomaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Estudios que investiguen la relación de un Modelo teórico de significación táctica y el entrenamiento neurofuncional de la anticipación.
- Artículos que examinen la relación entre un Modelo teórico de significación táctica y el entrenamiento neurofuncional de la anticipación.
- Investigaciones que utilicen métodos cuantitativos o cualitativos para evaluar la eficacia de los modelos teóricos - metodológicos y el entrenamiento

neurofuncional de la anticipación.

Criterios de exclusión:

- Artículos que no estén relacionados con la temática de la investigación.
- Estudios que no se centren específicamente en modelos teóricos de significación táctica o en el entrenamiento neurofuncional de la anticipación.
- Investigaciones que no utilicen modelos teóricos de significación táctica o en el entrenamiento neurofuncional de la anticipación como enfoque principal.
- Estudios con un número reducido de participantes o con una muestra no representativa.

El procedimiento de recolección y análisis de datos para llevar a cabo la investigación fue el siguiente:

Recolección de datos:

- Se identificaron las palabras clave para la búsqueda de información en bases de datos especializadas en neurociencias y deportes.
- Se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos y publicaciones científicas relacionadas con las palabras clave identificadas, tomando en cuenta las fechas de publicación más recientes.
- Se seleccionaron los artículos y publicaciones que se

ajusten a la temática de la revisión, y se descartaron aquellos que no fueron relevantes.

- Se leyeron con detalle los artículos y publicaciones seleccionados, extrayendo la información más relevante.

Análisis de datos:

- Se realizó un análisis de la calidad de los artículos y publicaciones seleccionado, verificando la validez y fiabilidad de los métodos y resultados reportados.
- Se agrupó la información extraída en categorías temáticas, modelos teóricos de significación táctica, entrenamiento neurofuncional, y anticipación.
- Se identificaron las similitudes y diferencias entre los estudios revisados, y se estableció conclusiones y recomendaciones para la aplicación de modelos teóricos de significación táctica o en el entrenamiento neurofuncional de la anticipación.

Con el modelo de efectos aleatorios, se podría calcular la proporción de artículos aprovechables en relación con el total de artículos revisados.

*Proporción de artículos aprovechables = (Número de artículos aprovechables) / (Número total de artículos revisados)*

En este caso, los datos proporcionados son los siguientes:

Tabla 6. Proporción de artículos aprovechables

| *Proporción de artículos aprovechables* | *#* |
|---|---|
| *Bases de datos científicas:* | 3 |
| *Bibliotecas digitales:* | 16 |
| *Total de artículos revisados:* | 19 |
| *Número de artículos aprovechables:* | 15 |

*Tabla 6. Proporción de artículos aprovechables*

## Aplicando la fórmula:

*Proporción de artículos aprovechables*

*= (15) / (19) = 0.789*

*Proporción = 0.789 * 100*

*Proporción = 78.9%*

Por lo tanto, la proporción de artículos aprovechables en relación con el total de artículos revisados es del 78.9%. Esto indica que aproximadamente el 78.9% de los artículos revisados resultaron ser aprovechables para la investigación.

Para realizar la prueba de hipótesis para una proporción, utilizamos la estadística de contraste Z, que se calcula de la siguiente manera proporcionando las hipótesis consecutivas:

- *Hipótesis nula (H0): No hay diferencia en el desarrollo de la capacidad de respuesta predictiva de los atletas de la categoría juvenil en el Taekwondo cuando se aplica una metodología sustentada en un modelo de significación táctica para el entrenamiento de la anticipación.*
- *Hipótesis alternativa (H1): Al aplicar una metodología sustentada en un modelo de significación táctica para el entrenamiento de la anticipación en el Taekwondo, se desarrollará la capacidad de respuesta predictiva de los atletas de la categoría juvenil.*
- *Z = (p - p0) / sqrt ((p0 * (1 - p0)) / n)*
- *Con un nivel de significancia α = 0.05, procedamos a realizar los cálculos:*

**Donde:**

- *p es la proporción de la muestra (en este caso, 78.9% o 0.789),*
- *p0 es la proporción bajo la hipótesis nula (en este caso, 21.1%),*
- *n es el tamaño de la muestra (en este caso, 19).*

Sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos:

*Z = (0,789 - 0,211) / sqrt ((0,211 * (1 - 0,211)) / 19)*

**Simplificando:**

*Z = 0,578 / cuadrado (0,166 * 0,789)*

*Z = 0.578 / sqrt (0.130974)*

*Z ≈ 0,578 / 0,362*

*Z ≈ 1.595*

En este caso, dado que Z = 1.595, se puede comparar este valor con el valor crítico correspondiente al nivel de significancia α = 0.05. Si el valor de la estadística de contraste Z es mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay evidencia suficiente para apoyar la hipótesis alternativa. Esto significaría que la metodología de entrenamiento tiene un efecto significativo en el desarrollo de la capacidad de respuesta predictiva de los atletas.

## 2. Resultados y discusiones.

Para fundamentar neurológicamente el objetivo de la propuesta de una estrategia de entrenamiento para potenciar la capacidad de anticipación en el Taekwondo, se debe argumentar que la respuesta a un estímulo externo depende en gran medida del equilibrio entre las zonas de excitación y la inhibición de la corteza prefrontal (PFC). La corteza cerebral se organiza en diferentes áreas funcionales como las áreas sensitivas, motoras y de asociación. Esta posee una gran variedad de funciones, entre las que se puede destacar la percepción e interpretación de la información sensitiva, y la planeación e iniciación de la actividad motora.

Cabrera, E., & Romero-Naranjo, F. (2021), manifiestan que las habilidades neuromotoras (Neuromotricidad) son un concepto nuevo para el siglo XXI, conceptualmente diferente de otros términos similares como habilidades motoras o habilidades psicomotoras, y ofrecen un nuevo enfoque metodológico para optimizar el rendimiento cerebral en las habilidades motoras humanas.

Wider Penfield y Edwin Boldrey (1930) demostraron que la corteza motora primaria dirige el movimiento, controlando las contracciones musculares. Esta se comunica constantemente con los ganglios basales, el cerebelo y otras áreas de la corteza cerebral para garantizar que los movimientos sean intencionales, precisos y coordinados con la percepción sensorial.

El estímulo es un componente o vehículo a la percepción, por tanto, el estímulo y la percepción son dos conceptos relacionados pero distintos.

Un estímulo puede ser cualquier tipo de energía o información que afecta a nuestros sentidos. Puede ser una señal visual, auditiva, táctil, olfativa, gustativa, o desequilibrio. Los estímulos pueden provenir del entorno externo como la luz, sonido, el contacto físico, o pueden ser generados internamente, como es el caso del dolor o las sensaciones corporales.

Por otro lado, las percepciones son seis: vista, oído, olfato, gusto, tacto, y sistema vestibular. La percepción es el proceso mediante el cual se interpretan los estímulos. Y que depende en gran medida del córtex cerebral, específicamente del neocórtex. Esa energía, ya sea lumínica o sonora, tiene que transformarse en energía neural, y la energía neural es energía eléctrica. La vía de transmisión siempre incluye al tálamo. Porque el único intérprete que puede

traducir la información al córtex cerebral es el tálamo. Y como fase final está la modulación, que ocurre en todas las fases, incluso en la de transducción.

Esta es la forma en que el cerebro organiza, selecciona, analiza y da significado a la información sensorial. La percepción no es una simple reproducción de la realidad, sino que está influenciada por el conocimiento previo, por las experiencias pasadas y por las expectativas.

Para medir la justa percepción de una diferencia en estímulos se aplica la Ley de Weber. En el caso de la respuesta de anticipación en el Taekwondo, la Ley de Weber podría aplicarse para evaluar la capacidad del atleta para percibir y responder a estímulos en intervalos de tiempo específicos. Weber establece que la justa percepción de una diferencia en estímulos es proporcional al tamaño relativo de la diferencia en relación con el estímulo inicial. En el caso de los asaltos en el combate de taekwondo, la diferencia estaría relacionada con la capacidad del atleta para mantener una respuesta constante cada seis segundos durante el combate.

Por lo que, para aplicar esta ley, se podría realizar un análisis comparativo de la habilidad del atleta para mantener la respuesta de acción en cada intervalo de seis segundos. También, se podría evaluar la precisión y la consistencia en la ejecución de las respuestas a lo largo de los asaltos. Y además, se podría analizar si existe una relación proporcional entre el número de respuestas de acción por cada seis segundos y la efectividad en el asalto.

Por ejemplo: dos atletas de Taekwondo, A y B, que participan en un combate de tres asaltos de dos minutos cada uno. Deben realizar una respuesta de acción cada seis segundos para poder obtener mayor resultado por asalto. Suponiendo los siguientes datos:

Atleta A: Realiza una respuesta de acción cada seis segundos en todos los intervalos durante los tres asaltos, lo que suma un total de 60 respuestas de acción.

Atleta B: Realiza una respuesta de acción cada ocho segundos en promedio durante los tres asaltos, lo que suma un total de 45 respuestas de acción.

Aplicando la Ley de Weber a estos datos, podemos analizar la justa percepción de la diferencia en estímulos entre los dos atletas. En este caso, la diferencia estaría relacionada con la capacidad de mantener una respuesta constante cada seis segundos.

Asumiendo que la justa percepción de una diferencia en estímulos es proporcional al tamaño relativo de la diferencia en relación con el estímulo inicial. Se puede decir que en este ejemplo, la diferencia sería la variación en la cantidad de respuestas de acción por cada seis segundos entre los dos atletas.

Si se asume que el estímulo inicial es una respuesta de acción cada seis segundos, la diferencia para el Atleta A sería de cero, ya que cumple con el requerimiento en todos los intervalos. En cambio, la diferencia para el Atleta B sería de -2 (2 segundos más lento en promedio para cada respuesta de acción).

En este caso hipotético, la Ley de Weber nos permitiría concluir que el Atleta A tiene una percepción más justa y constante de los intervalos de tiempo establecidos, ya que cumple con el requerimiento de respuesta cada seis segundos en todos los intervalos. Mientras que el Atleta B tiene una percepción menos justa y constante, al ser más lento en promedio en sus respuestas de acción.

Weber propuso la siguiente fórmula matemática:

- $DAP = k \times S$

Donde *"k"* es una constante y *"S"* es la intensidad del estímulo. Sin

embargo, sólo se cumple cuando el estímulo tiende a valores medios. Cuando la ley fue reformulada por Fechner, sufrió el siguiente cambio:

- *P=k×log(l)*

Donde *"k"* es una constante e *"l"* es la intensidad. Por tanto, Fechner plantea que cuando la intensidad del estímulo crece según una progresión geométrica, la sensación crece según una progresión aritmética.

Estos fundamentos teóricos no solo se pueden aplicar a la percepción visual y al esfuerzo físico, sino que también se puede extender a otros aspectos de la percepción deportiva, como la percepción del tiempo, la posición en el espacio, del equilibrio, la velocidad y la distancia.

No en tanto, Ono, H. (1967), sugiere que la ley de Weber no se aplica de manera igual en todas las condiciones de visualización. Por lo que demuestra a través de varios experimentos que la ley de Weber no se aplica de igual manera en condiciones de visualización simultánea y no simultánea. Esto sugiere que puede acontecer con otras percepciones diferentes.

La relación entre el reflejo, la anticipación de respuesta y la rapidez de reacción puede ser descrita neurológicamente a través de una ecuación que considera los siguientes elementos:

*Rapidez de reacción = Reflejo + Anticipación de respuesta*

El reflejo es una respuesta involuntaria y automática del sistema nervioso frente a un estímulo específico. Está mediado principalmente por los arcos reflejos, que conectan los receptores sensoriales con los músculos o glándulas efectores correspondientes.

La anticipación de respuesta implica la capacidad del sistema nervioso de predecir y preparar para una respuesta adecuada en función de estímulos anteriores o

de la información sensorial disponible. Esto implica la integración de la información sensorial con la memoria y el procesamiento cognitivo.

En este mismo sentido, la rapidez de reacción se concibe como la velocidad con la que se produce una respuesta motora a un estímulo específico. Está determinada por la eficiencia de los circuitos neuronales involucrados en la transmisión y procesamiento de la información sensorial, así como por la capacidad de anticipación y coordinación de la respuesta.

La ecuación propuesta relaciona estos elementos para describir la relación neurobiológica entre el reflejo, la anticipación de respuesta y la rapidez de reacción. Cabe destacar que esta ecuación es una simplificación conceptual y que la realidad neurobiológica es mucho más compleja, involucrando múltiples sistemas y regiones cerebrales.

Otros autores tales como Menescardi, C., Liébana, E., & Falcó, C. (2020), plantean en un estudio observacional de diseño nomotético, de seguimiento y multidimensional de 302 actuaciones individuales, que la rapidez de acción está condicionada por el peso. El análisis estadístico utilizó ANOVA y prueba T de Student para comparar la frecuencias. Los resultados obtenidos indicaron diferencias significativas entre las categorías de peso, resultando que los competidores más ligeros realizaron más acciones que los más pesados. Por otro lado, los competidores más pesadas realizaron más acciones defensivas (bloqueos y cortes) que los competidores más ligeros. En cuanto a al desempeño, los ganadores realizaron más acciones anticipadas, de 1 y 3 puntos, que los perdedores que realizaron más acciones indirectas y giratorias con la pierna trasera. Por lo tanto, existe un comportamiento técnico-

táctico diferente entre los deportistas de taekwondo dependiendo de las categorías y del resultado del combate, sugiriendo emular a los ganadores, realizando acciones más anticipadas tanto al tronco como a la cabeza, así como entrenar las acciones técnico-tácticas más utilizadas.

Por otro lado, Williams, A., & Jackson, R. (2019); expone que la anticipación en los deportes está influenciada por señales posturales, reconocimiento de patrones e información contextual, y puede entrenarse mediante varios protocolos de entrenamiento perceptual. Esto lo dice a través de revisión integral, donde llegaron a la conclusión de que la habilidad de anticipación se puede entrenar con éxito a través de una variedad de protocolos de entrenamiento perceptivo. También, examinaron cómo estas habilidades perceptivo-cognitivas se utilizan de manera dinámica e interactiva para facilitar la anticipación; y como su importancia varía debido al estrés que la ansiedad y la fatiga imponen a los atletas.

También se puede citar a Liu, X., Jiao, G., Zhou, F., Kendrick, K. M., Yao, D., Xiang, S., Jia, T., Zhang, X., Zhang, J., Feng, J., & Becker, B. (2023); quienes exponen la incertidumbre sobre posibles amenazas asociada a la anticipación ansiosa, representan una característica clave de la ansiedad. Sin embargo, también afirman que los sistemas neuronales que subyacen a la experiencia subjetiva de anticipación ante posibles amenazas en condiciones de incertidumbre siguen sin estar claros.

**Modelo teórico de sistematización de la anticipación.**

Para una mejor comprensión de la relación campo en el objeto, expresado a partir de la interpretación del objeto definido como el proceso de entrenamiento

de la anticipación, que significa lo más amplio y el campo lo más acotado que apunta a la rapidez, como factor determinante que permite potenciar su desarrollo y perfeccionamiento, en la cual se tendrá presente dos categorías que constituyen los elementos internos esenciales, que guardan relación e interdependencia y permiten la integración de la subdirección, ellos son: el **tiempo de reacción** (TR) y **el tiempo de movimiento** (TM), a partir de que tiempo de movimiento la modifica, producto de la adaptación medioambiental que repercute en el accionar técnico-táctico del competidor, y las disimiles situaciones de incertidumbres que se establecen en el desarrollo de los combates.

En este sentido, se encontró que Sant'Ana, J., Franchini, E., Silva, V. y Diefenthaeler, F. (2017), en un estudio experimental controlado sobre el efecto de la fatiga en el tiempo de reacción, el tiempo de respuesta, el tiempo de ejecución y en el impacto de la patada en taekwondo; llegaron a la conclusión de que un protocolo de fatiga específico puede mejorar el tiempo de reacción y reducir los efectos de la fatiga en el taekwondo, mejorando potencialmente la efectividad de la técnica y las oportunidades de puntuación en situaciones competitivas.

En resumen, ellos plantean que el tiempo de reacción y el tiempo de respuesta se consideran habilidades importantes que pueden afectar potencialmente el rendimiento en combate. Este estudio investigó el efecto de un protocolo de fatiga específico sobre el tiempo de reacción, el tiempo de respuesta, el tiempo de ejecución y el impacto de la patada. Durante este estudio experimental controlado se trabajó con una muestra de siete atletas masculinos de taekwondo. Durante el primer día, los atletas realizaron una prueba progresiva específica

de taekwondo, y el segundo día, un protocolo para determinar el tiempo de reacción, el tiempo de respuesta, el tiempo de ejecución y el impacto de la patada antes y después de una prueba de tiempo hasta el agotamiento en un nivel de intensidad correspondiente a la patada máxima. Frecuencia obtenida durante la prueba progresiva específica de taekwondo. Se evaluó la activación muscular del recto femoral y el impacto de la patada de la extremidad preferida. No se observaron diferencias en el tiempo de respuesta y el tiempo de ejecución. Sin embargo, el impacto de la patada disminuyó (43 ± 27 a 13 ± 10 g, $p < 0,01$) mientras que el tiempo de reacción aumentó (145 ± 51 a 223 ± 133 ms, $p < 0,05$). Se observó una correlación moderada entre el impacto de la patada y el tiempo de respuesta ($r = 0,565$; $p < 0,01$), y el impacto de la patada y el tiempo de ejecución ($r = 0,494$; $p < 0,05$). Los resultados indican que los entrenadores y atletas pueden utilizar programas de entrenamiento de taekwondo en ejercicios basados en la coordinación que conduzcan a mejorar el tiempo de respuesta y reducir los efectos de la fatiga para mejorar la efectividad de la técnica y aumentar las posibilidades de puntuación en una situación competitiva.

Por lo tanto, se puede inferir que en la anticipación están presentes tres grandes elementos:

- Anticipación perceptiva.
- Tiempo de respuesta.
- Autocontrol.

Sin embargo, en el proceso de entrenamiento con frecuencia se aprecia un error característico de los especialistas en Ciencias del Deporte, que consiste en centrarse más en las magnitudes físicas o fisiológicas que en las neurofuncionales, de ahí que tiendan a estudiar el tiempo de reacción y no la capacidad de

anticipación. El tiempo de reacción no está lejos de los puros reflejos, mientras que el constructor de la anticipación, es más complejo, y engloba variables de tipo cognitivo e intuitivo.

Así mismo lo plantean Quel, Ó., & Bennett, S. (2019), quienes afirman que a pesar de los numerosos estudios sobre las características físicas y fisiológicas de los atletas de deportes de combate, se han tenido en cuenta considerablemente menos los factores psicológicos.

También, se deduce que las acciones derivadas del proceso interno y del deporte en cuestión; le permite al competidor tomar ventajas sobre su adversario a partir de los siguientes elementos:

- La percepción de las intenciones del contrario.
- La decisión sobre lo que viene hacer.
- La ejecución de la acción

Raab, M. (2015), propuso un modelo de situación de consecuencias de respuesta anticipada en decisiones tácticas (SMART), donde describe la interacción de procesos de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba en la adquisición de habilidades. Por lo tanto, asume que la interacción dinámica de las capacidades sensoriales y motoras en la cognición incorporada, empíricamente validado, ampliado y revisado; puede predecir cuándo las interacciones dinámicas específicas de procesos tienen un efecto beneficioso o perjudicial sobre el rendimiento y el aprendizaje dependiendo de las limitaciones situacionales. El modelo que propone está respaldado empíricamente, y también propone estrategias de aprendizaje para cuando la complejidad de la situación varía o hay presión de tiempo. Los experimentos de esta investigación especializada en deportes ilustran que ni los procesos de abajo hacia

arriba ni de arriba hacia abajo son malos o buenos, sino que sus efectos dependen de características personales y situacionales.

Por otro lado, Martinez, CAP, Leyva, JAD, & Alonso, JRL (2023), también presentan una metodología integral de entrenamiento para mejorar la rapidez de anticipación de movimientos en el Taekwondo, basada en las tendencias actuales en el entrenamiento deportivo y en sistemas de acciones integradas de respuestas técnico-tácticas y rápidas. Se sugiere que la multipotenciación de la rapidez de anticipación de movimientos puede mejorar el rendimiento del competidor en todos los aspectos, con una mayor eficiencia en la continuidad y repetición de las acciones técnico tácticas.

También, Leyva, J. A. D., & Vargas, P. M. C. (2023); proponen un modelo teórico de entrenamiento y estrategias pedagógicas para estimular la creatividad táctica en deportes de combate, a través de un análisis crítico de las teorías y herramientas existentes en el campo de la epistemología del aprendizaje en los deportes de combate. Acentuando que la creatividad puede influir en cierta medida en la toma de decisiones y en la anticipación táctica del atleta.

La metodología teórica basada en fundamentación neurofuncional que se propone en la presente investigación, para el entrenamiento del tiempo de reacción y del tiempo de movimiento tomando la rapidez, como factor determinante de la anticipación consta de 9 pasos.

1. Establecer entrenamientos en imaginación de la acción a ejecutar.
2. Desarrollar sistemas de respiración en dependencia de la complejidad de la acción
3. Establecer las pautas del accionar reflejadas en los

componentes de la carga de entrenamiento.

4. Partir de condiciones sin muchas exigencias y que dominen el competidor en su total ejecución.
5. Pasar a un accionar de transferencia compleja, variado y variable (percibir estímulos de anticipación, reacción, estableciendo transiciones de ejecución de la acción)
6. Mantener un volumen estable de trabajo que no sobrepase de los 15-20 minutos ubicado preferentemente al inicio de la parte principal.
7. Establecer un volumen en repeticiones en dependencia del total de cada competidor según test.
8. Utilizar por excelencia los métodos, analítico, sensorial, de transición combinada, global con polarización de la atención y los fraccionados e interválico.
9. Preferentemente utilizar asaltos de combates según reglamento de competición.

En igual sentido se puede afirmar que los mecanismos de retroalimentación visual y/o propioceptiva los métodos sugeridos para el entrenamiento del tiempo de reacción de estímulos conocidos lo constituyen para crear estereotipos dinámicos variados y así mismo el primero de ellos provoca un aumento significativo en competidores principiantes y en el caso del competidor experimentados disminuye su eficacia conforme aumenta el nivel de este. Sin embargo, en el caso del método analítico, éste se basa en el incremento de rapidez de movimientos relacionado con la frecuencia y la aceleración que pueden ser parciales y para efectos prácticos se sugiere emplear un número de ejercicios no mayor de

8, siempre que la intensidad sea muy alta; pero si la intensidad es menor, entonces se pueden realizar hasta 15 repeticiones en un tiempo de hasta 10 segundos, en dependencia de las características del deporte y de la acción que se desarrolla y se recomienda utilizar pausas que oscilen entre 2 – 3 minutos. Se infiere que el método sensorial consiste en tratar de que el competidor llegue a la percepción reactiva de su ejecución, y para ello se sugieren cargas que no involucren un alto volumen y siempre con pausas completas.

Por otra parte, para el entrenamiento del tiempo de reacción de estímulos no conocidos, lo ideal es la práctica de situaciones específicas de combates, inclusive con elementos o situaciones competitivas que guardan relación a la dinámica que desarrollan los competidores. Para ello se propone mantener la fuente de estímulos dentro del campo visual, es decir, estar atento a las acciones del adversario ya sean movimientos técnicos, fintas u otros elementos. Además, se sugiere entrenar la rapidez de anticipación o la capacidad de prever posibles acciones a las que pueda responder el competidor en una situación de carácter competitivo para luego pasar a situaciones cada vez más complejas de reacción.

Por otro lado, se presenta una metodología de ejercicios de entrenamiento neurofuncional para potenciar la anticipación en la táctica de combate en atletas de taekwondo:

1. Ejercicios de percepción visual:
   - Juego de reacción: Colocar diferentes objetivos en la pared y, al dar una señal, el atleta debe golpear el objetivo correcto lo más rápido posible.

- Cambio de dirección: Utilizar conos o marcadores para indicar diferentes direcciones a las que el atleta debe moverse rápidamente al recibir una señal visual.

2. Ejercicios de anticipación táctica:
   - Juego de roles: Simular situaciones de combate y asignar roles a los atletas, uno como atacante y otro como defensor. El defensor debe anticipar y bloquear los ataques del atacante.
   - Escenarios impredecibles: Crear situaciones de combate donde los ataques y defensas puedan variar, lo que obligará al atleta a anticipar y adaptarse rápidamente.
3. Entrenamiento de la toma de decisiones:
   - Ejercicios de respuesta rápida: Utilizar señales visuales o auditivas para que el atleta tome decisiones rápidas sobre qué acción tomar, como atacar, defender o esquivar.
   - Juego táctico: Diseñar juegos o mini combates donde el atleta deba tomar decisiones tácticas basadas en la situación actual del combate.
4. Entrenamiento de la coordinación y agilidad:

- Conos de reacción: Colocar conos en diferentes posiciones y orientaciones y, al recibir una señal, el atleta debe reaccionar rápidamente y golpear los conos designados.
- Saltos y desplazamientos: Incorporar ejercicios de saltos y desplazamientos rápidos para mejorar la agilidad y la capacidad de respuesta del atleta.

Para concluir se recomienda que esta propuesta metodológica de ejercicios deba ser adaptada según el nivel y las necesidades específicas de cada atleta.

## 3. Conclusiones.

Se puede concluir que la aplicación de una metodología sustentada en un modelo de significación táctica para el entrenamiento neurofuncional de la anticipación en el Taekwondo desarrollará la capacidad de respuesta predictiva de los atletas de la categoría juvenil, según los datos proporcionados. Por tanto, se exhorta a continuar profundizando en los estudios.

De igual manera, se concluyó que la respuesta a un estímulo externo depende en gran medida del equilibrio entre las zonas de excitación y la inhibición de la corteza prefrontal (PFC). Puesto que la corteza cerebral se organiza en diferentes áreas funcionales como las áreas sensitivas, motoras y de asociación, y que posee una gran variedad de funciones, entre las que se destaca la percepción e interpretación de la información sensitiva, y la planeación e iniciación de la actividad motora. Por tanto, un entrenamiento dirigido solo a las aptitudes físicas no garantizará el desarrollo de habilidades de anticipación en los atletas.

En cuanto a la metodología utilizada para la elaboración del artículo, se puede concluir que se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos y publicaciones científicas relacionadas con las palabras clave identificadas, seleccionando los artículos y publicaciones que se ajustan a la temática de la revisión. Dando como resultado una proporción de artículos aprovechables de 78.9%.

Durante la prueba de contraste se hipótesis se obtuvo como resultado que $Z = 1.595$, donde se comparó este valor con el valor crítico correspondiente al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Siendo el

valor de la estadística de contraste Z mayor que el valor crítico, se rechazó la hipótesis nula y se concluyó que hay evidencia suficiente para apoyar la hipótesis alternativa. Esto significa que la metodología de entrenamiento puede tener un efecto significativo en el desarrollo de la capacidad de respuesta predictiva de los atletas.

Estos resultados en conclusión, proporcionan una base para futuras investigaciones en este tema, y se sugiere que sea profundizado el estudio sobre las estrategias de entrenamiento neurofuncional dirigidas a potenciar la capacidad de anticipación en los atletas del Taekwondo.

**Referencias:**


1. Dyson, B., Griffin, L. y Hastie, P. (2004). Educación deportiva, juegos tácticos y aprendizaje cooperativo: consideraciones teóricas y pedagógicas. Búsqueda, 56, 226 - 240. https://doi.org/10.1080/00336297.2004.10491823.
2. Lee, G. y Jung, J. (2022). Modelo de múltiples salidas basado en DNN para predecir tácticas de equipos de fútbol. PeerJ Ciencias de la Computación, 8. https://doi.org/10.7717/peerj-cs.853.
3. Mcpherson, S. (1994). El desarrollo de la experiencia deportiva: mapeo del dominio táctico. Búsqueda, 46, 223-240. https://doi.org/10.1080/00336297.1994.10484123.
4. Shih, Y. y Lin, C. (2016). La relación entre la anticipación de la acción y el reconocimiento de las emociones en deportistas de deportes de habilidad abierta. Procesamiento cognitivo, 17, 259-268. https://doi.org/10.1007/s10339-016-0764-7.

5. https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/cerebro-es
6. Cabrera, E., & Romero-Naranjo, F. (2021). Neuromotricidad, Psicomotricidad y Motricidad. Nuevas aproximaciones metodológicas (Neuromotricidad, Psicomotricidad y Motricidad. Nuevos enfoques metodológicos). Retos. https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.89992.
7. Ono, H. (1967). Difference threshold for stimulus length under simultaneous and nonsimultaneous viewing conditions. Perception & Psychophysics, 2(5), 201–207. https://doi.org/10.3758/bf03213050
8. Menescardi, C., Liébana, E., & Falcó, C. (2020). Why do female and male taekwondo athletes win the bout? An analysis based on the Olympic weight category and the result of the bout. , 14, 67-82. https://doi.org/10.18002/RAMA.V14I2.6051.
9. Williams, A., & Jackson, R. (2019). Anticipation in sport: Fifty years on, what have we learned and what research still needs to be undertaken?. Psychology of Sport and Exercise, 42, 16–24. https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.11.014.
10. Sant'Ana, J., Franchini, E., Silva, V., & Diefenthaeler, F. (2017). Effect of fatigue on reaction time, response time, performance time, and kick impact in taekwondo roundhouse kick. Sports Biomechanics, 16, 201 - 209. https://doi.org/10.1080/14763141.2016.1217347.

11. Quel, Ó., & Bennett, S. (2019). Perceptual-cognitive expertise in combat sports: a narrative review and a model of perception-action. [Habilidades perceptivo-cognitivas en deportes de combate: una revisión narrativa y un modelo de percepción-acción].. RICYDE. Revista internacional de ciencias del deporte. https://doi.org/10.5232/RICYDE2019.05802.
12. Martinez, CAP, Leyva, JAD, & Alonso, JRL (2023, 30 de abril). La significación de la rapidez de anticipación de movimientos en el Taekwondo. Revista Pensar y Crecer - La significación de la rapidez de anticipación de movimientos en el Taekwon. (n.d.). https://www.pensarycrecer.nl/vol-2-1/la-significaci%C3%B3n-de-la-rapidez-de-anticipaci%C3%B3n-de-movimientos-en-el-taekwon
13. Leyva, J. A. D., & Vargas, P. M. C. (2023, July 6). Epistemology of Learning: A Tool to Enhance Tactical Creativity in Combat Sports. https://doi.org/10.31219/osf.io/3jdap
14. Raab, M. (2015). SMART-ER: a Situation Model of Anticipated Response consequences in Tactical decisions in skill acquisition — Extended and Revised. Frontiers in Psychology, 5. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01533.
15. Liu, X., Jiao, G., Zhou, F., Kendrick, K. M., Yao, D., Xiang, S., Jia, T., Zhang, X., Zhang, J., Feng, J., & Becker, B. (2023). A neural signature for the subjective experience of threat anticipation under uncertainty. bioRxiv (Cold Spring Harbor Laboratory).

https://doi.org/10.1101/2023.09.20.558716

16. Carazo-Vargas, P., González-Ravé, J., Moncada-Jiménez, J., González-Mohíno, F., & Barragán, R. (2017). Monitoring Workload and Performance Response to Taekwondo Training. International Journal of Physical Education, Fitness and Sports, 6, 01-09. https://doi.org/10.26524/2017.06.02.1.
17. Tornello, F., Capranica, L., Minganti, C., Chiodo, S., Condello, G., & Tessitore, A. (2014). Technical-Tactical Analysis of Youth Olympic Taekwondo Combat. Journal of Strength and Conditioning Research, 28, 1151–1157. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000255.
18. Wilson, R., Dicks, M., Milligan, G., Poolton, J., & Alder, D. (2018). An examination of action capabilities and movement time during a soccer anticipation task. Movement & Sport Sciences, 61-70. https://doi.org/10.1051/SM/2019001.
19. Aglioti, S., Cesari, P., Romani, M., & Urgesi, C. (2008). Action anticipation and motor resonance in elite basketball players. Nature Neuroscience, 11, 1109-1116. https://doi.org/10.1038/nn.2182.